



MODEL INTEGRASI ATRIBUT ASESMEN FORMATIF (IAAF) DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI SEL UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN BERPIKIR ANALITIK MAHASISWA CALON GURU

S. Saptono^{1*}, N.Y. Rustaman², Saefudin², A. Widodo²

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang;

²Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI

Diterima: 24 Januari 2013. Disetujui: 3 April 2013. Dipublikasikan: April 2013

ABSTRAK

Dalam studi ini dikembangkan model integrasi atribut asesmen formatif (IAAF) dalam pembelajaran Biologi Sel untuk mengembangkan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa calon guru Biologi. Atribut asesmen formatif yang diintegrasikan adalah *collaboration*, *self-assessment*, *peer-assessment*, dan *feedback & learning progression*. Model yang dikembangkan mencakup pembelajaran interaktif, pembuatan bagan konsep, dan review artikel jurnal internasional. Dimensi yang diukur dalam studi ini adalah perkembangan kemampuan mahasiswa membuat bagan konsep, kemampuan mahasiswa melakukan review artikel, dan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa. Hasil studi mengindikasikan bahwa Model IAAF dapat mengembangkan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa.

ABSTRACT

In this study developed a model of integration of formative assessment attributes (IAAF) in Cell Biology learning to develop reasoning skills and analytical thinking Biology student teachers. Attributes of formative assessment that integrated is *collaboration*, *self-assessment*, *peer-assessment*, and *feedback & learning progression*. The model developed includes interactive learning, graphing concepts, and review articles of international journal. Dimensions measured in this study is the development of students' ability to make a chart of concept, the ability of student conduct review of articles, and the ability to reason and think analytically students. The study results indicate that the IAAF model can develop reasoning skills and analytic thinking students.

© 2013 Prodi Pendidikan IPA FMIPA UNNES Semarang

Keywords: IAAF Model; Cell Biology; reasoning skills; analytical thinking

PENDAHULUAN

Reformasi pendidikan sains menekankan pada implementasi prinsip, konsep, dan keterkaitan sains dengan kehidupan sehari-hari melalui proses pembelajaran. Salah satu aspek yang sedang menjadi fokus berbagai kajian penelitian dalam bidang pendidikan sains adalah peran *science teaching* sebagai proses membelajarkan

konten sains, dan *science learning* sebagai proses latihan dan retensi yang dilakukan siswa terkait konten sains yang sedang dipelajari (*National Research Council*, 1996). Gagasan tersebut mengisyaratkan bahwa pembelajaran sains hendaknya lebih memperhatikan proses pemahaman siswa terhadap sejumlah materi yang dibahas. Secara eksplisit, NRC menyarankan agar pembelajaran sains sebaiknya mengedepankan *teaching for understanding*.

Hasil penelitian mendeskripsikan bahwa

*Alamat korespondensi:

E-mail: sigit_biounnes@yahoo.com

implementasi proses pembelajaran sains di perguruan tinggi identik dengan pemberian konten sains yang luas. Keluasan konten sains memang dibutuhkan dalam pembelajaran sains untuk memahami fenomena alam, namun kondisi tersebut tidak cukup untuk meyakinkan bahwa siswa telah memahami seluruh konten yang dipelajari. Indikator pemahaman terhadap konten sains antara lain kemampuan siswa dalam berbagai kemampuan berpikir, antara lain kemampuan menjelaskan, mengumpulkan bukti, memberikan contoh, menggeneralisasi, mengaplikasikan konsep, membuat analogi, kemampuan *reasoning*, serta menyajikan konsep sains dalam situasi yang baru (Janssen *et al.*, 2009; Fry *et al.*, 2009).

Untuk memenuhi standar kualifikasi lulusan perguruan tinggi, tentu tidak hanya dibutuhkan penguasaan konten yang luas. Kemampuan serta keterampilan berpikir dan bertindak menjadi faktor yang turut menentukan. Oleh sebab itu, pembelajaran di perguruan tinggi seharusnya memperhatikan dan menerapkan skema *learning of higher order* (Fry *et al.*, 2009). Skema *learning of higher order* menekankan pada pemahaman dan kreativitas mahasiswa, seperti mampu memahami dan mengkonstruksi ulang pengetahuan berdasarkan fakta, menganalisis hubungan antara pengetahuannya dengan pengetahuan lain yang relevan, serta mampu mengembangkan *critical thinking* dan kreativitas.

Pembelajaran sains yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi berlaku juga bagi pendidikan calon guru sains. Bagaimanapun, peran guru dalam proses pembelajaran sulit tergantikan. Oleh karena itu, sebaiknya pendidikan calon guru sains dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa, seperti yang sejak lama disarankan oleh *Association for Supervision and Curriculum Development*. Pengembangan kurikulum hendaknya memperhatikan perkembangan kemampuan *problem solving*, *reasoning*, konseptualisasi, dan analisis.

Pembelajaran Biologi Sel memiliki peran yang sangat penting dalam melatih pemahaman, kemampuan penalaran (*reasoning*), aplikasi konsep, berpikir analitik, serta memberikan wawasan kepada mahasiswa tentang fenomena kehidupan yang berhubungan dengan struktur, fungsi, serta keterkaitan antara struktur dan fungsi sel. Fenomena kehidupan sel yang merupakan sistem unik hanya dapat teramati menggunakan teknologi tinggi, dan dapat dipelajari melalui pendekatan molekuler. Karakter Biologi Sel yang spesifik tersebut dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan kemampuan berpikir mahasiswa. Meskipun pada umumnya pembelajaran Biologi

Sel di perguruan tinggi tidak disertai dengan pengamatan atau eksperimen secara langsung, belajar Biologi Sel tidak dapat ditempuh hanya dengan cara membaca dan menghafal konten yang dibahas. Oleh karena itu, agar mampu mempelajari konten Biologi Sel, mahasiswa harus memiliki kemampuan penalaran yang logis, berpikir analitik, serta imajinasi yang kuat.

Dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa calon guru untuk mengembangkan keterampilan berpikir dalam memahami Biologi Sel, maka mereka akan mampu mengolah, merakit, dan merepresentasikan konten Biologi Sel dengan benar. Hal ini sangat membantu mereka pada saat menjadi guru biologi. Penguasaan konsep yang mumpuni akan memberikan dampak positif bagi perkembangan guru dan proses pembelajaran. Sebaliknya, jika kemampuan berpikir jarang atau bahkan tidak pernah dikembangkan mahasiswa selama proses pembelajaran, maka penguasaan konten Biologi Sel akan lebih mengarah pada proses menghafal informasi.

Hasil penelitian Wilson (2006) menunjukkan bahwa masih banyak ditemukan mahasiswa yang tidak mampu memahami fenomena respirasi sel dan fotosintesis yang terjadi di dalam sel tumbuhan. Hal ini disebabkan oleh mahasiswa tidak mampu mengembangkan kemampuan berpikir yang dapat digunakan untuk menjawab masalah. Mahasiswa lebih banyak menghafalkan reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam sel daripada memahami reaksi-reaksi kimia tersebut dan mencoba menemukan keterkaitan faktor-faktor yang menyebabkan reaksi kimia tersebut terjadi. Temuan lain, mendeskripsikan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap Biologi Sel masih kurang yang disebabkan oleh terlalu banyaknya konten atau materi yang harus dipelajari. Sebaiknya, pembelajaran Biologi Sel direncanakan lebih dari sekedar mahasiswa mempelajari buku teks dan mendengarkan informasi, namun juga diupayakan mampu mengembangkan *critical thinking* mahasiswa (Kitchen *et al.*, 2003; Lynd-Balta, 2006; Fencel, 2010).

Beberapa faktor telah teridentifikasi menjadi penyebab mahasiswa kurang mampu mengembangkan kemampuan penalaran dan analisisnya dalam pembelajaran Biologi Sel. Hasil suatu penelitian menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan para pengajar lebih banyak mengembangkan pembelajaran dengan memberikan materi sebanyak-banyaknya, dengan harapan mahasiswa akan mampu memahami dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh (Smith *et al.*, 2008; Gotwals & Songer, 2009). Faktor penting lain yang banyak dilalaikan pengajar adalah

menjawab pertanyaan “sudah memahami apa saja mahasiswa pada saat ini?” Banyak pengajar lebih konsentrasi pada struktur dan konten pembelajaran yang telah disusun pada silabus, yang selanjutnya pengajar melakukan asesmen terhadap hasil belajar mahasiswa. Hasil asesmen lebih banyak dimanfaatkan untuk memberi nilai kepada mahasiswa.

Asesmen formatif merupakan proses asesmen yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung guna memahami kemajuan siswa dalam belajar, serta memperoleh informasi tentang bagaimana pengajar mengembangkan pembelajaran dan kultur pembelajaran yang berlangsung (Tanner & Allen, 2004; Furtak & Primo, 2008). Penerapan asesmen formatif membantu pengajar memperoleh *feedback* tentang proses pembelajaran yang dikembangkan, sehingga kemajuan akademik siswa dapat terpantau perkembangannya.

McManus (2008) menambahkan bahwa setidaknya terdapat lima atribut yang menjadi keberhasilan pelaksanaan asesmen formatif, yaitu adanya *learning progression, learning goals and criteria for success, descriptive feedback, self-assessment and peer-assessment, and collaboration between teachers and students*. Pengintegrasian atribut asesmen formatif dalam pembelajaran Biologi Sel memberikan peluang kepada pengajar dan mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran Biologi Sel secara kolaboratif dan bertahap. Perkembangan penguasaan konten, kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa dapat terfasilitasi oleh kreativitas pengajar dalam mengembangkan model pembelajaran. Dengan demikian, pembelajaran Biologi Sel dapat lebih bermakna dan bermanfaat bagi mahasiswa calon guru biologi sebagai bekal untuk mempelajari struktur dan fisiologi kehidupan yang lebih kompleks.

Studi ini memberikan gambaran implementasi model pembelajaran Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF) dalam pembelajaran Biologi Sel. Dalam pelaksanaan pembelajaran, mahasiswa diberi kesempatan untuk membuat bagan konsep tentang materi yang telah dibahas dan revidi artikel jurnal terkait materi yang telah dibahas. Secara spesifik penelitian ini menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: 1) Bagaimanakah pelaksanaan model pembelajaran IAAF dalam Biologi Sel?; 2) Bagaimanakah kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa setelah pembelajaran?

METODE

Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R & D) yang dilaksanakan di

Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Semarang. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Biologi Sel (2sks). Penelitian diawali dengan studi pendahuluan, penyusunan draf model, pengembangan model, dan evaluasi model. Studi pendahuluan dilaksanakan pada tahun ajaran 2010/2011, dengan subjek mahasiswa sebanyak 48 orang, yang terdiri dari 27 orang mahasiswa semester tiga dan 21 orang mahasiswa semester lima. Studi pendahuluan mencakup kegiatan studi pustaka, analisis kebutuhan, dan kajian lapangan tentang kemampuan penalaran dan berpikir analitik dalam pembelajaran Biologi Sel.

Selanjutnya, pada tahun 2011 dikembangkan model pembelajaran IAAF yang mencakup kegiatan pembelajaran interaktif (informasi, diskusi, tanya-jawab), pembuatan bagan konsep, dan revidi artikel jurnal. Pembelajaran interaktif dilaksanakan secara klasikal. Pembuatan bagan konsep dan revidi artikel jurnal dilakukan mahasiswa secara berkelompok.

Implementasi model dilakukan terhadap mahasiswa semester tiga tahun ajaran 2012/2013. Jumlah mahasiswa yang menjadi subjek kajian implementasi model sebanyak 54 orang yang terbagi dalam dua kelas, yaitu kelas rombel 1 sebanyak 25 orang, dan kelas rombel 5 sebanyak 29 orang. Evaluasi model dilaksanakan setelah implementasi model selesai dilaksanakan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui keberhasilan tahapan-tahapan model dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen untuk Mengukur Pengembangan Proses Pembelajaran dan Kemampuan Berpikir

No.	Tujuan Pembelajaran	Instrumen
1	Pengembangan proses pembelajaran	(1) Rubrik bagan konsep (2) Rubrik revidi artikel jurnal (3) Lembar <i>self-assessment</i>
2	Pengembangan penalaran dan berpikir analitik	Soal tes objektif, tes objektif beralasan, tes esai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan studi pendahuluan, mencakup kegiatan studi pustaka, analisis kebutuhan, dan kajian lapangan. Hasil studi pustaka memberikan gambaran bahwa permasalahan mempelajari materi Biologi Sel tidak hanya terjadi di Indonesia. Para ahli pendidikan IPA setuju bahwa pembelajaran IPA bukan untuk menciptakan ahli filosofi IPA atau sejarawan IPA, melainkan mendidik individu agar mampu mengambil keputusan berdasarkan nilai-nilai pengetahuan yang diperoleh melalui IPA. Berdasarkan gagasan tersebut, maka para pengajar akan menyadari bahwa IPA bersifat *tentative*, berbasis pada data empiris, terkait dengan budaya, dan memerlukan kerjasama, kreativitas, serta kemampuan inferensi.

Pengajar harus berusaha mengembangkan keterampilan berpikir mahasiswa, mengingat esensi reformasi pendidikan sains adalah pergeseran dari pengajaran dengan keterampilan berpikir tingkat rendah (*lower-order cognitive skills-LOCS*) menuju ke pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order cognitive skills-HOCS*) (Crow *et al.*, 2008). *LOCS* meliputi pertanyaan, latihan, atau masalah pengetahuan yang memerlukan mengingat informasi sederhana, sedangkan *HOCS* meliputi kemampuan *critical thinking*, *evaluative*, dan *problem solving*.

Penalaran dalam biologi dapat digunakan untuk memahami prinsip-prinsip dasar dalam sistem kompleks yang dinamis. Hasil penelitian Lynd-Balta (2006) menunjukkan bahwa kecenderungan dan kemampuan mahasiswa menerapkan prinsip-prinsip dasar sains, seperti prinsip kekekalan materi pada proses metabolisme (fotosintesis dan respirasi sel) masih kurang. Salah satu faktor penyebab terjadinya hal tersebut adalah adanya kenyataan bahwa materi biologi di tingkat perguruan tinggi mempelajari banyak proses, namun sering diajarkan secara naratif. Sementara itu, proses-proses tersebut merupakan suatu sistem yang dinamis. Melalui pembelajaran yang bersifat naratif, maka mahasiswa akan mengalami kesulitan untuk memahami prinsip-prinsip dasar tersebut.

Ben-Zvi Assaraf & Orion (2006), mengidentifikasi delapan karakteristik berpikir tentang sistem, dua di antaranya adalah “kemampuan mengidentifikasi komponen dalam suatu sistem dan proses” dan “kemampuan mengorganisasi komponen sistem dan proses, serta keterkaitannya”. Kemampuan mengidentifikasi dan mengorganisasi komponen sistem

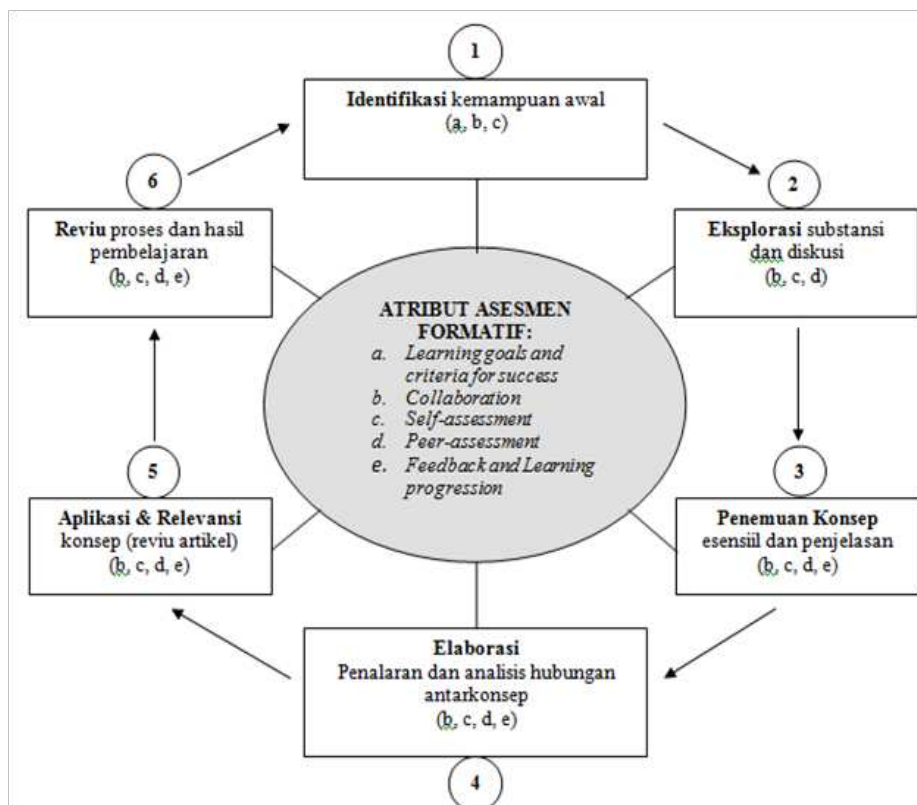
membutuhkan kemampuan analisis yang tinggi. Fencil (2010) menambahkan bahwa pada umumnya para pengajar perguruan tinggi cenderung memberikan materi yang luas kepada mahasiswa dalam pembelajarannya. Para pengajar seakan-akan melupakan aspek yang lebih penting dalam pengajaran, yaitu pemberian kesempatan kepada mahasiswa untuk berinteraksi langsung dengan objek belajarnya dan berperan sebagai praktisi di lapangan untuk mendefinisikan dan menjawab pertanyaan. Dengan kata lain, untuk memahami objek belajarnya, mahasiswa harus diberi kesempatan mengembangkan kemampuan *critical thinking* dan *problem solving*.

Dalam penelitiannya, Kitchen, *et al.* (2003) merekomendasikan pemahaman konsep sebagai hal penting dalam pembelajaran Biologi Sel, tetapi akan lebih baik jika pengajar juga dapat merencanakan pembelajaran yang membantu mahasiswa mengembangkan *analytical thinking skills*. Sebaiknya pembelajaran direncanakan lebih dari sekedar mempelajari buku teks dan menyimak informasi. Pembelajaran biologi sel akan lebih baik jika mahasiswa diberi kesempatan untuk “*think like professionals in the field*”.

Kajian empiris dilakukan terhadap 27 mahasiswa calon guru Biologi di Universitas Negeri Semarang semester 3 yang sedang menempuh mata kuliah Biologi Sel dan 21 mahasiswa semester 5 yang pernah menempuh mata kuliah Biologi Sel (Saptono & Rustaman, 2011). Hasil kajian mengindikasikan bahwa kemampuan penalaran dan berpikir analitik mereka masih perlu dikembangkan. Mahasiswa tidak mampu memberikan jawaban yang memuaskan terhadap beberapa soal yang membutuhkan penalaran atau berpikir analitik.

Beberapa hasil penelitian lain memberi gambaran bahwa pengintegrasian asesmen dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas kinerja pengajar dan mahasiswa (Smith *et al.*, 2008; Reynolds & Moskovitz, 2008). Bentuk-bentuk penugasan yang digunakan untuk mendukung pelaksanaan asesmen, seperti *writing*, *reviewing*, dan *communicating* juga efektif dalam meningkatkan kemajuan belajar mahasiswa (Quitadamo & Kurtz, 2007; Noblitt *et al.*, 2010). Hal tersebut menegaskan bahwa pengintegrasian asesmen dan bentuk penugasan dalam proses pembelajaran dapat memberikan hasil positif bagi perkembangan belajar siswa.

Merujuk beberapa gagasan dan hasil penelitian tentang implementasi asesmen formatif dalam pembelajaran yang telah dilakukan (Torrance & Pryor, 2002; Hall & Burke, 2004; Furtak & Ruiz-Primo, 2008; McManus, 2008), dapat



Gambar 1. Model IAAF dalam Pembelajaran Biologi Sel

dinyatakan bahwa untuk memperoleh proses dan hasil belajar yang baik, atribut asesmen formatif dapat diintegrasikan dan dikembangkan dalam pembelajaran. Atribut asesmen formatif mencakup *learning goals and criteria for success*, *collaboration between teachers and students*, *self-assessment*, *peer-assessment*, dan *feedback and learning progression*.

Model Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF) dalam pembelajaran Biologi Sel dikembangkan dengan merujuk model pembelajaran *Learning Cycle* yang telah diimplementasikan oleh Odom & Kelly (2001). Model *Learning Cycle* memiliki lima tahapan yang dapat mengakomodir karakter pembelajaran Biologi Sel. Kelima tahapan tersebut adalah *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, and *Evaluation*. Tahapan evaluasi bukan tahapan akhir siklus belajar, melainkan evaluasi yang dilaksanakan pada setiap tahapan.

Secara skematis Model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, dapat dideskripsikan sintaks Model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel seperti terlihat pada Tabel 2.

Dalam pelaksanaan Model IAAF tersebut, pada setiap akhir sub pokok bahasan mahasiswa diberi tugas membuat bagan konsep materi yang telah dibahas, mereviu artikel jurnal internasio-

nal yang relevan dengan materi yang telah dibahas, dan menjawab soal untuk melatih kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa. Soal-soal untuk melatih kemampuan penalaran merujuk pada *Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning/LCTSR* (Lawson et al., 2007; Bao et al., 2009), dengan klasifikasi *correlation reasoning*, *probabilistic reasoning*, dan *proportional reasoning*. Adapun soal-soal untuk melatih kemampuan berpikir analitik merujuk pada klasifikasi Brookhart (2010), yaitu kemampuan mengidentifikasi ide utama, kemampuan berargumentasi, dan kemampuan membandingkan.

Evaluasi terhadap implementasi Model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel difokuskan pada tiga pokok bahasan dalam Biologi Sel, yaitu Sel Prokaryot dan Eukaryot, Membran Plasma, Mitokondria dan Kloroplas. Dimensi evaluasi meliputi kemampuan mahasiswa membuat bagan konsep, kemampuan mahasiswa mereviu artikel jurnal internasional, hasil *self-assessment*, dan kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa.

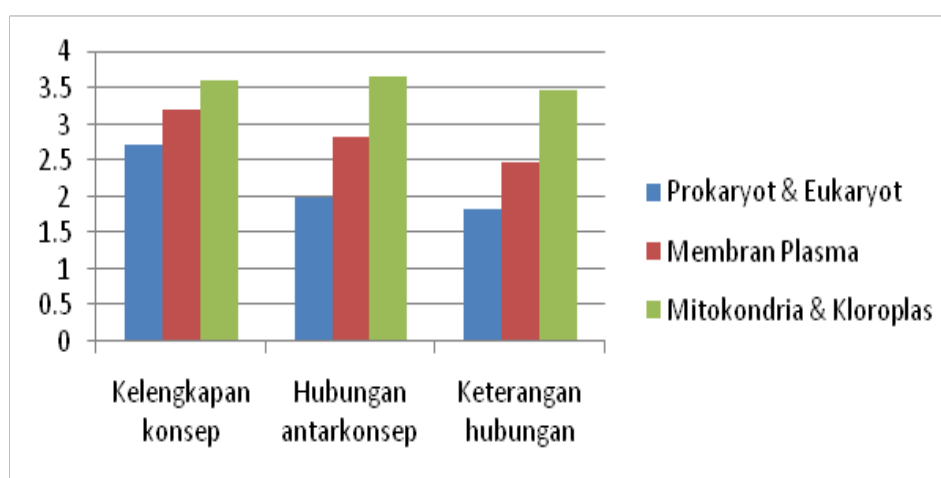
Hasil penskoran rubrik terhadap bagan konsep yang dibuat mahasiswa secara berkelompok pada rombel 1 dan rombel 5 dapat dilihat pada Gambar 2. Penskoran dilakukan dengan menghitung rerata skor untuk setiap kategori

Tabel 2. Sintaks Model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel

	Langkah Pembelajaran	Keterangan	Atribut Asesmen Formatif
1	Identifikasi kemampuan awal	Langkah pembelajaran diawali dengan: <ul style="list-style-type: none"> • identifikasi kemampuan awal mahasiswa menggunakan tes • informasi tujuan pembelajaran secara operasional dan jelas • komitmen strategi pembelajaran untuk mencapai tujuan 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Learning goals and criteria for success</i> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i>
2	Eksplorasi substansi dan diskusi	Pelaksanaan pembelajaran untuk materi tertentu, melalui eksplorasi informasi, diskusi, dan tanya jawab. Kegiatan dilakukan secara klasikal atau kelompok.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i> • <i>Peer-assessment</i>
3	Penemuan konsep esensiil dan penjelasan	Pada akhir eksplorasi, secara berkelompok mahasiswa dibimbing untuk menemukan konsep-konsep kunci (esensiil) serta penjelasan konsep yang ditemukan.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i> • <i>Peer-assessment</i> • <i>Feedback and Learning progression</i>
4	Elaborasi Penalaran dan analisis hubungan antarkonsep	<ul style="list-style-type: none"> • Secara berkelompok, mahasiswa menganalisis hubungan antarkonsep kunci, selanjutnya membuat bagan konsep. • Mahasiswa memberikan reasoning dan penjelasan hubungan antarkonsep yang telah ditemukan. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i> • <i>Peer-assessment</i> • <i>Feedback and Learning progression</i>
5	Aplikasi dan Relevansi konsep (reviu artikel)	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa melakukan penelusuran dan reviu artikel yang berhubungan dengan konsep-konsep materi yang telah dibahas. • Hasil reviu dipresentasikan secara berkelompok. Kelompok lain memberikan respon. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i> • <i>Peer-assessment</i> • <i>Feedback and Learning progression</i>

Lanjutan tabel 2.

Langkah Pembelajaran	Keterangan	Atribut Asesmen Formatif
6 Reviu proses dan hasil pembelajaran	<p>Pada akhir pembelajaran, dosen bersama mahasiswa melakukan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • reviu proses pembelajaran berdasarkan observasi dan angket. • reviu hasil belajar dilakukan melalui tanya jawab tentang materi yang belum dipahami atau tes 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Collaboration</i> • <i>Self-assessment</i> • <i>Peer-assessment</i> • <i>Feedback and Learning progression</i>



Gambar 2. Perkembangan Kemampuan Mahasiswa Membuat Bagan Konsep

pada dua rombel. Kategori yang diskor dalam pembuatan bagan konsep adalah kelengkapan konsep esensial, hubungan antarkonsep, dan pemberian pemaknaan hubungan antarkonsep yang telah dibuat. Rentang pemberian skor untuk setiap kategori antara 1 – 4.

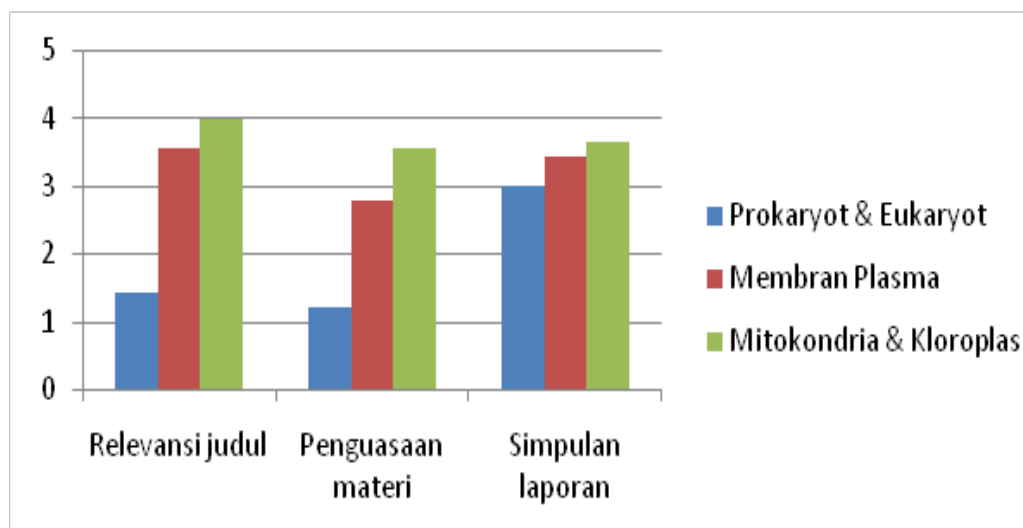
Gambar 2 mengindikasikan bahwa kemampuan mahasiswa dalam membuat bagan konsep mengalami perkembangan. Pada pokok bahasan Sel Prokaryot dan Eukaryot, kemampuan mahasiswa dalam membuat bagan konsep masih belum memenuhi harapan. Pada umumnya, bagan konsep yang dibuat menyerupai resume yang disajikan dalam bagan. Hubungan antarkonsep hanya dilakukan secara linier pada satu garis. Hubungan antarkonsep yang dibuat mahasiswa belum mampu memberikan gambaran keterkaitan antara konsep satu dengan konsep lainnya secara holistik.

Pemberian bimbingan dan penguatan kepada mahasiswa dalam membuat bagan konsep memberikan pengaruh positif terhadap perkem-

bangkan kemampuan mahasiswa. Hal tersebut terlihat pada pembuatan bagan konsep untuk pokok bahasan Mitokondria dan Kloroplas. Pada umumnya, mahasiswa sudah mampu mengidentifikasi konsep-konsep esensial, kemudian menghubungkan antarkonsep serta memberi makna hubungan tersebut.

Oleh karena tugas membuat bagan konsep dilakukan secara berkelompok, maka masih terdapat kelemahan. Berdasarkan lembar *self-assessment* terdapat beberapa mahasiswa yang merasa kesulitan membuat bagan konsep. Bahkan, beberapa mahasiswa menyatakan tidak merasa kemampuan penalarannya bertambah. Meskipun tidak banyak mahasiswa yang belum mampu membuat bagan konsep dengan baik, namun hal ini harus menjadi perhatian bagi pengajar agar tetap memberi kesempatan dan bimbingan kepada mahasiswa dalam membuat bagan konsep.

Pembuatan bagan konsep dapat memberikan efek positif dalam perkembangan kemampuan penalaran (Lawson, *et al.*, 2007; Bao, *et al.*,



Gambar 3. Perkembangan Kemampuan Mahasiswa dalam Mereviu Artikel Jurnal Internasional

2009). Dengan melakukan identifikasi konsep-konsep yang penting dalam materi, kemudian memberikan makna hubungan antarkonsep yang teridentifikasi, sebenarnya mahasiswa telah menggunakan kemampuan penalarannya. Keterampilan berpikir harus dilatihkan kepada mahasiswa secara bertahap dan simultan agar mereka memiliki *habits of mind* dan mampu mengambil suatu keputusan berdasarkan penalarannya.

Hasil penskoran rubrik terhadap hasil revidu terhadap jurnal internasional yang dibuat mahasiswa secara berkelompok pada rombel 1 dan rombel 5 dapat dilihat pada Gambar 3. Penskoran dilakukan dengan menghitung rerata skor untuk setiap kategori pada dua rombel. Kategori yang diskor adalah relevansi artikel, penguasaan materi atau uraian relevansi, dan simpulan laporan. Rentang pemberian skor untuk setiap kategori antara 1 – 4.

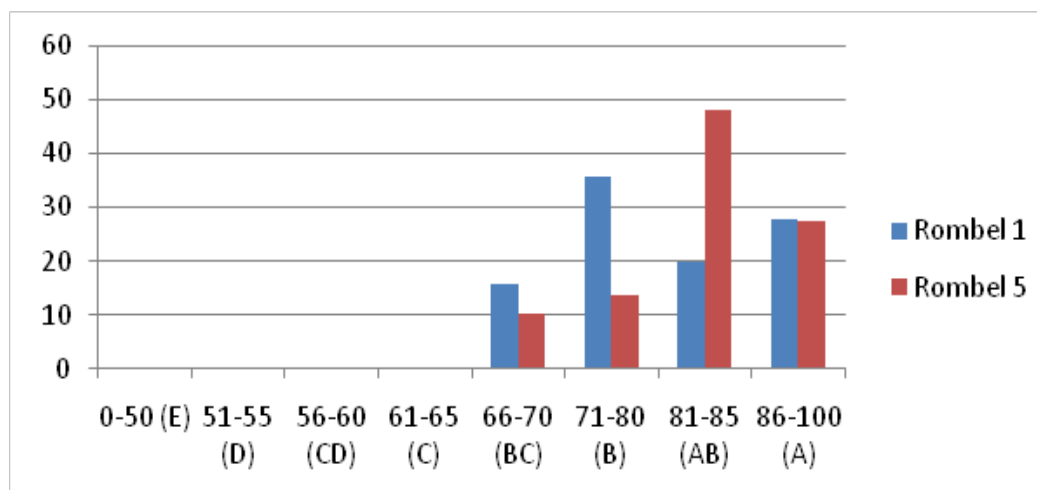
Pada Gambar 3 dapat dinyatakan bahwa kemampuan rata-rata mahasiswa dalam memilih dan mereviu artikel jurnal internasional mengalami perkembangan positif. Pemberian kesempatan dan bimbingan kepada mahasiswa secara bertahap dapat memberikan pengaruh positif terhadap proses belajar mahasiswa. Pada pokok bahasan Sel Prokaryot dan Eukaryot, mahasiswa mencari artikel yang bukan dari sumber jurnal internasional. Banyak kelompok mahasiswa mencari artikel relevan yang berupa tulisan dan bukan hasil penelitian. Perkembangan kemampuan mahasiswa dalam mereviu artikel jurnal internasional terlihat pada pokok bahasan Mitokondria dan Kloroplas. Pada pokok bahasan tersebut, seluruh kelompok mahasiswa mampu memilih artikel hasil penelitian relevan yang dimuat pada jurnal internasional.

Oleh karena tugas revidu artikel juga dilakukan secara berkelompok, maka masih terdapat kelemahan bagi beberapa mahasiswa. Berdasarkan *self-assessment* yang ditulis mahasiswa, tidak semua mahasiswa merasa mampu *browsing* artikel jurnal internasional, bahkan beberapa mahasiswa merasa tidak mampu melakukan revidu karena keterbatasan kemampuan bahasa. Hal ini harus menjadi perhatian bagi pengajar yang akan memberi penugasan kepada mahasiswa untuk melakukan revidu artikel jurnal internasional.

Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan revidu terhadap jurnal internasional merupakan salah satu upaya untuk melatih kemampuan *writing* dan *communicating*. Bentuk-bentuk penugasan untuk mendukung pelaksanaan asesmen, seperti *writing*, *reviewing*, dan *communicating* efektif dalam meningkatkan kemajuan belajar mahasiswa (Quitadamo & Kurtz, 2007; Noblitt *et al.*, 2010).

Kemampuan berpikir analitik dapat juga dikembangkan melalui revidu artikel dalam buku atau hasil penelitian yang relevan dengan pokok kajian yang sedang dipelajari. Memahami sebuah artikel, kemudian memberikan revidu terhadap artikel tersebut dengan menggunakan pengetahuan yang dimiliki, serta mempresentasikan hasil revidu membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan dapat mengembangkan *critical thinking* (Quitadamo & Kurtz, 2007; Reynolds & Moskovitz, 2008; Noblitt *et al.*, 2010).

Kemampuan penalaran dan berpikir analitik mahasiswa calon guru biologi sebagai tujuan pembelajaran Biologi Sel diukur dengan menggunakan tes tertulis. Tes terdiri dari 20 soal tes pilihan ganda, 10 soal tes pilihan ganda beralasan, dan 2 soal tes esai. Butir-butir soal mewakili ke-



Gambar 4. Persentase Kemampuan Penalaran dan Berpikir Analitik Mahasiswa

mampuan penalaran, seperti penalaran korelatif, probabilistik, dan proporsional, serta mewakili kemampuan berpikir analitik seperti kemampuan mengidentifikasi ide utama, membandingkan, dan membuat generalisasi. Tes dilakukan pada akhir semester, setelah perkuliahan selesai. Hasil tes pada rombongan 1 dan rombongan 5 dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4 dipaparkan hasil tes kemampuan penalaran dan berpikir analitik pada rombongan 1 dan rombongan 5. Pencapaian skor dengan rentang tertinggi, yaitu 86-100 (nilai huruf A) untuk rombongan 1 dan rombongan 5 secara kuantitatif tidak terlalu berbeda. Pada rombongan 1 terdapat 7 mahasiswa (28%) dan pada rombongan 5 terdapat 8 mahasiswa (27,59%). Namun demikian, untuk perolehan skor rentang 71-80 (nilai huruf B) dan rentang 81-85 (nilai huruf AB) terdapat perbedaan jumlah mahasiswa yang cukup mencolok. Untuk perolehan skor dalam rentang 71-80, pada rombongan 1 terdapat 9 mahasiswa (36%), sedangkan pada rombongan 5 terdapat 4 mahasiswa (13,80%). Untuk perolehan skor dalam rentang 81-85, pada rombongan 1 terdapat 5 mahasiswa (20%), sedangkan pada rombongan 5 terdapat 14 mahasiswa (48,28%).

Secara keseluruhan, terdapat 84% mahasiswa pada rombongan 1 dan 89,77% mahasiswa pada rombongan 5 dapat dikatakan bahwa kemampuan penalaran dan berpikir analitiknya sudah memenuhi harapan. Meskipun demikian, masih terdapat 16% mahasiswa pada rombongan 1 dan 10,33% mahasiswa pada rombongan 5 yang masih memperoleh skor dalam rentang 66-70 (nilai huruf BC). Hasil tersebut dapat dijadikan sebagai balikan dan perlu ditindaklanjuti dengan strategi untuk pembahasan materi yang masih menjadi masalah bagi mahasiswa.

PENUTUP

Pembelajaran Biologi Sel dengan menerapkan model Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF) memberikan pengaruh positif kepada mahasiswa calon guru biologi dalam mengembangkan kemampuan penalaran dan berpikir analitik. Model tersebut dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan para pengajar Biologi Sel yang sering dihadapkan pada permasalahan dalam memberikan pemahaman kepada mahasiswa. Penerapan Model IAAF dalam pembelajaran Biologi Sel memerlukan ketekunan dan kegigihan pengajar yang harus berkolaborasi dengan mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran. Mahasiswa harus diberi kesempatan untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya. Pengajar juga perlu memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan *self-assessment* pada akhir pembelajaran guna mengetahui dan memperbaiki kekurangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bao, L. *et al.* 2009. Learning and scientific reasoning. *Science*, 323,586-587, 30 January 2009.
- Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. 2006. Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*. 42 (5): 518–560 .
- Brookhart, S.M. 2010. *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. Virginia: ASCD.
- Crowe, A., Dirks, C. & Wenderoth, M.P. 2008. Biology in Bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology. *CBE-Life Sciences Education*. 7: 368-381, Winter 2008.
- Fencel, H.S. 2010. Development of students' critical-reasoning skills through content-focused activities in a general education course. *Journal of*

- College Science Teaching*. May/June 2010: 55-62.
- Fry, H., Ketteridge, S. & Marshall, S. 2009. *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice*. New York: Routledge.
- Furtak, E.M. & Ruiz-Primo, M.A. 2008. Making student' thinking explicit in writing and discussion: an analysis of formative assessment prompts. *Science Education*. February, 799-823.
- Gotwals, A.W. & Songer, N.B. 2009. Reasoning up and down a food chain: using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*. 94: 259-28.
- Hall, K. & Burke, W.M. 2004. *Making Formative Assessment Work*. London: McGraw Hill-Education.
- Janssen, F.J.J.M., Tigelaar, D.E.H, & Verloop, N. 2009. Developing biology lessons aimed at teaching for understanding: a domain-specific heuristic for student teachers. *Journal of Science Teacher Education*. 20: 1-20.
- Kitchen, E. et al. 2003. Teaching cell biology in the large-enrollment classroom: methods to promote analytical thinking and assessment of their effectiveness. *Cell Biology Education*. 2: 180-194, Fall 2003.
- Lawson, A.E., Banks, D.L. & Logvin, M. 2007. Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*. 4 (5): 706-724.
- Lynd-Balta, E. 2006. Using literature and innovative assessments to ignite interest and cultivate critical thinking skills in an undergraduate neuroscience course. *CBE—Life Sciences Education*. 5: 167-174, Summer 2006.
- McManus, S. 2008. "Attributes of effective formative assessment". *Paper prepared for the Formative Assessment for Teachers and Students (FAST)*. State Collaborative on Assessment and Student Standards (SCASS) of the CCSSO (The Council of Chief State School Officers). Department of Public Instruction.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Noblitt, L., Vance, D.E. & Smith, M.L.D. 2010. A comparison of case study and traditional teaching methods for improvement of oral communication and critical-thinking skills. *Journal of College Science Teaching*. May/June 2010, 26-32.
- Odom, A.L. & Kelly, P.V. 2001. Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Journal of Science Education*. 85 (6): 615-635.
- Quitadamo, I.J. & Kurtz, M.J. 2007. Learning to improve: using writing to increase critical thinking performance in general education biology. *CBE—Life Sciences Education*. 6: 140-154, Summer 2007.
- Reynolds, J. & Moskovitz, C. 2008. Calibrated peer review assignments in science courses: are they designed to promote critical thinking and writing skills? *Journal of College Science Teaching*, Nov/Dec 2008, 60-66.
- Saptono, S. & Rustaman, N.Y. 2011. Undergraduate students' reasoning and analytical thinking skills in cell biology. *Proceeding International Seminar of Science Education*. Sekolah Pascasarjana UPI, 12 November 2011.
- Smith, M.K., Wood, W. B. & Knight, J. K. 2008. The genetics concept assessment: a new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *CBE—Life Sciences Education*. 7: 422-430, Winter 2008.
- Tanner, K. & Allen, D. 2004. Approaches to biology teaching and learning: from assays to assessments—on collecting evidence in science teaching. *Cell Biology Education*. 3: 69-74, Summer 2004.
- Torrance, H. & Pryor, J. 2002. *Investigating Formative Assessment: Teaching, Learning and Assessment in the Classroom*. Philadelphia: Open University Press.
- Wilson, C.D. 2006. Assessing students' ability to trace matter in dynamic systems in cell biology. *CBE—Life Sciences Education*. 5: 323-331, Winter 2006.